

## Gamificación y Aprendizaje Adaptativo en la enseñanza de la asignatura Algoritmos y Estructuras de Datos – Lic. en Sistemas UNRN

Luis Alberto Hünicken<sup>1</sup>

Alejandro Héctor González<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Laboratorio de Informática Aplicada – Universidad Nacional de Río Negro*

<sup>2</sup> *III-LIDI – Instituto de Investigación en Informática – Universidad Nacional de La Plata*

lhunicken@unrn.edu.ar, agonzalez@lidi.info.unlp.edu.ar

### Resumen

Durante la cohorte 2019 se transformó la estrategia didáctica en la asignatura Algoritmos y Estructuras de Datos (AyED) de la Lic. en Sistemas en la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN). En tal sentido, con la ayuda de Moodle como Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA), se instrumentaron conceptos de gamificación y aprendizaje adaptativo.

En el presente trabajo se explicará la metodología anterior, las motivaciones de los cambios introducidos, se relatará cómo se llevó a cabo el trabajo de transformación, se mostrarán los resultados y se hará una comparación entre la metodología anterior y la nueva.

Se incluirá el análisis de la comparación y se intentará justificar el por qué se considera apropiado continuar y profundizar en esta línea en esta asignatura y otras.

**Palabras Clave:** Algoritmos, Gamificación, Aprendizaje adaptativo, Moodle, Práctica docente.

### 1. Introducción

Durante el segundo cuatrimestre del año 2019 se realizaron importantes cambios en los aspectos metodológicos y de evaluación de la

asignatura Algoritmos y Estructuras de Datos. La materia está a cargo de uno de los autores de este trabajo. Se dicta en el segundo año de la carrera Licenciatura en Sistemas de la Sede Atlántica de la Universidad Nacional de Río Negro.

Se trata de una asignatura que es muy difícil para los estudiantes por el alto grado de abstracción que tiene. Es complejo motivar a los estudiantes y lograr que encuentren el valor de esta asignatura dentro del plan de estudios y su aplicación profesional. Requiere además para su aprendizaje una base importante de Matemáticas y de Programación.

Era necesario dar un giro, ocuparse más, preparar mejor las clases y materiales y pensar estrategias tendientes a motivar a los estudiantes, procurar su entusiasmo y dedicación, lograr que la materia no fuera una más, que dejara de ser tediosa, monótona y no fuera valorada, mejorar los índices de aprobación y de permanencia. Colaborar positivamente para que, en las opciones que plantea Dubet,[1] se vuelvan estudiantes y no deserten: “La influencia que tienen los estudios sobre el individuo nos invita a no considerar la universidad como un simple mercado escolar, sino como un aparato educativo capaz de afectar la vida personal de los actores y su subjetividad.” [1]. A partir de la reflexión sobre las prácticas docentes y el replanteo de la materia, se esperaba que el comportamiento de los docentes, sus actitudes, dedicación y compromiso con la asignatura y el grupo,

afectarán de manera más positiva a los estudiantes y su entorno y también, significará una mayor satisfacción para el equipo docente que en cohortes anteriores. En síntesis mejorar las prácticas docentes y el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En paralelo los autores de este trabajo se encontraban trabajando (uno como Director de Tesis y el otro como tesista), en la formulación del plan de tesis de Magister en tecnología informática aplicada en educación en la UNLP y uno de los temas en análisis era la aplicación de gamificación y de aprendizaje adaptativo como estrategia para motivar, ampliar las capacidades de análisis y reflexión de los estudiantes y estudiar cómo tales prácticas incidían en su rendimiento.

Por lo tanto se decidió aplicar tales temas y objetivos a la materia mencionada anteriormente, implementar los cambios correspondientes y documentar en detalle el trabajo para utilizarlo en la tarea de investigación relacionada con la tesis.

En la nueva planificación se incluyeron nuevos instrumentos pedagógicos y se realizó una profunda adecuación del Programa de la asignatura especialmente en las estrategias y metodologías de dictado y evaluación. Fue fundamental en la adecuación de la materia y la preparación de materiales didácticos la lectura de “Más Didáctica” [2]. Basados en ese libro se definieron “machetes conceptuales”, “estudios de caso”, “trabajos prácticos” y se formuló el nuevo programa de la asignatura, dándole un contenido protagónico y vivo y una gran utilidad en lugar de considerarlo un trámite burocrático a cumplir.

## **2. Situación previa a la innovación**

El dictado de la asignatura en las cohortes anteriores a la del 2019 consistía en realizar clases teóricas, clases prácticas y teórico prácticas. Se tomaban 3 evaluaciones parciales con sus respectivas instancias de recuperación y desde el año 2016 se implementó la modalidad de aprobación de la materia a través del mecanismo de promoción.

También en las cohortes 2017 y 2018 se introdujeron algunas actividades remediales consistentes en clases adicionales de un profesor de Matemáticas para dar mayores posibilidades de comprensión y aprobación de los conceptos más dependientes de esa disciplina: el análisis de eficiencia de algoritmos. También se introdujeron trabajos prácticos especiales consistentes en realizar algunos desarrollos de software tendientes a que los estudiantes pudieran visualizar los conceptos abstractos de la materia.

Normalmente el promedio de inscriptos es de entre 14 y 16 estudiantes pues hay mucho desgranamiento en el primer año de la carrera y además, AyED tiene como correlativa a la materia Programación II que ya recibe un número reducido de estudiantes que superan Programación I.

En general de los que ingresaban a AyED aprobaban muy pocos por promoción (en promedio un 20%) entre un 35 % y un 45 % en promedio regularizaba y entre insuficientes y abandono completaban el resto.

La regularización de la materia tiene una validez de dos años en la UNRN. En AyED, como en cualquier materia, no rendir los finales en fechas cercanas a la cursada aumenta significativamente las probabilidades de que se venza la cursada al hacerse cada vez más difícil retomar su estudio y fundamentalmente recordar y comprender.

Por lo anterior, también es alta la tasa de recursantes de la materia. Por ejemplo en la cohorte 2019 de los 15 inscriptos, 7 fueron recursantes, es decir casi un 50%.

A pesar de la introducción de los cambios mencionados, promoción, remediales y desarrollos especiales, no se mejoraban los resultados ni la motivación y entusiasmo en los estudiantes.

Introducir cambios de fondo resultó una urgencia y dos situaciones permitieron que se generara una excelente oportunidad para el cambio: por un lado la tesis de maestría en Tecnología Informática aplicada en Educación

mencionada y las conversaciones entre director y tesista sobre los temas posibles; por otro, que el segundo además había comenzado a cursar una Especialización en Docencia Universitaria en la UNRN y estaba recibiendo una formación en didáctica y pedagogía fundamental. Ambos hechos resultaron fundamentales motivadores para definir el tema y aplicar los nuevos elementos didácticos y pedagógicos.

Una última consideración se incluye respecto al uso que se hacía del Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje en la asignatura. AyED es una materia que se dicta en modalidad presencial. El entorno se utilizaba hasta la cohorte 2019 como apoyo a la presencialidad y básicamente para que los estudiantes accedan al programa y cronograma de la asignatura, materiales de clase, bibliografía, links de interés, resolución de cuestionarios y eventual entrega de trabajos prácticos. También como medio de comunicación entre el equipo docente y los estudiantes con relación a avisos y anuncios y en situaciones muy excepcionales se usaba la herramienta foro para algún debate o presentaciones de los participantes.

### 3. La innovación – Breve Marco teórico

“...si se quiere cambiar la manera de aprender hay que cambiar la manera de enseñar.” [3].

Se comenzó a estudiar más profundamente el estado del arte en Gamificación, Aprendizaje adaptativo y posibilidades de Moodle como EVEA para instrumentar ambas estrategias.

Y se formuló en consecuencia el plan de tesis, la adaptación del programa y cronograma de la asignatura, la preparación de los materiales y la adaptación del EVEA para que se instrumente el trabajo de campo durante el segundo cuatrimestre del año 2019.

#### 3.1. Gamificación

¿Qué produce ganas de que una persona se siente a estudiar? ¿Qué motiva a una persona a hacerlo?

Desde nuestros primeros años aprendemos jugando. En el nivel inicial y los primeros años de la escuela primaria el juego es una herramienta didáctica. Desde ese momento y en todos los niveles de estudio se utilizan elementos de gamificación como estrategias motivadoras y pedagógicas para que los estudiantes aprendan.

“Desafiar a los alumnos con tareas que vayan más allá de sus habilidades y sus conocimientos, [...] implica proponerles actividades que puedan resolver con lo que ya tienen y saben, pero también, actividades para las cuales necesiten buscar nueva información, nuevas maneras de solucionarlas” [4].

Los propósitos al introducir gamificación en el programa de la asignatura fueron:

- Hacer más entretenida la asignatura.
- Aumentar las capacidades de reflexión, análisis, autoevaluación, autonomía y responsabilidad, de los estudiantes.
- Motivar a los estudiantes a través de la transformación de la asignatura en un desafío.
- Analizar los cambios en el comportamiento y actitudes de los estudiantes que la nueva estrategia provocaba y si los mismos influían favorablemente en los resultados académicos.

Vasta fue la lectura e investigación y ese trabajo permitió que se tenga bastante certeza de que el rumbo establecido permitiría obtener buenos resultados.

Se incluyen a continuación algunas citas mínimas al solo efecto de dar herramientas al lector para comprender mejor el concepto de gamificación y su efecto en la educación. El material ha sido tomado de un trabajo de investigación profunda sobre el tema que ha

reunido materiales de varios autores:

“Perrotta y otros autores (2013) señalan que el hecho de aprender mediante disfrute y diversión puede ser un medio para introducir a los alumnos en un estado de flow. Este estado, traducido al español como flujo, refiere a la sensación de inmersión completa en una tarea.” [5]

“Csikszentmihalyi (1998) define el estado de flujo como el motor para el aprendizaje. Por tanto, una gamificación bien aplicada, en nuestra opinión, provocará un aumento de la motivación, el rendimiento y el aprendizaje en los alumnos, que a través de los elementos y principios del juego, mostrarán un mayor compromiso e interés por el aprendizaje, estando en ese estado de flujo.” [5]

### 3.2. Aprendizaje adaptativo

No todos los estudiantes son iguales. No todos llegan al momento en que tienen que adquirir un nuevo conocimiento con los saberes previos necesarios como para comprenderlo y aprenderlo. Y aun teniéndolos, no todos poseen la misma velocidad de comprensión ni entienden con las mismas metodologías. Si persisten, si no se decepcionan o descorazonan, si no abandonan, intentan superar el escollo buscando ayuda en materiales anteriores, en otros estudiantes o en otros profesores. Cada estudiante aprende, entonces, a su ritmo.

Si bien hay mucho material al respecto se considera pertinente y suficiente a los fines de este trabajo, incluir dos citas que refuerzan lo antedicho:

“...se define al aprendizaje adaptativo como: “(...) un método de instrucción que utiliza un sistema computacional para crear una experiencia personalizada de aprendizaje”[6].

En nuestra opinión, ya Ausubel (1978) señala la importancia del individuo cuando dice: “el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno sabe.

Averigüese esto y enséñese en consecuencia”. Es en ese contexto donde la personalización del aprendizaje constituye, desde hace algún tiempo y de forma incuestionable, una parte sustantiva de los nuevos modelos de aprendizaje e innovación en la práctica instruccional. [7]

Se incluyen a continuación los propósitos principales al introducir en la experiencia los conceptos de aprendizaje adaptativo. Como se verá uno de ellos es común con uno indicado para gamificación:

- Aumentar las capacidades de reflexión, análisis, autoevaluación, autonomía y responsabilidad, de los estudiantes.
- Implementar un esquema adaptativo que permitiera que los estudiantes que lo necesitaran, por propia voluntad o por resultados, tuvieran acceso a materiales remediales.

### 3.3. Herramientas en el Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA).

Un equipo docente no puede solo. Es compleja la tarea de seguir a cada uno de los estudiantes, detectar sus necesidades individuales, cubrirselas, darle adecuado seguimiento. Esto en general es posible si el equipo atiende un número muy limitado de estudiantes. Además, un estudiante de nivel superior no quiere sentirse responsable de ser el freno en el avance de la asignatura y prefiere pasar desapercibido, no preguntar. Es necesario entonces contar con una ayuda que permita detectar las necesidades de cada alumno y proveerle los recursos para satisfacerlas. Por eso se buscó utilizar el EVEA como apoyo a la presencialidad y soporte del juego y del aprendizaje adaptativo.

A fin de evaluar la factibilidad de implementar gamificación y aprendizaje adaptativo con Moodle se hizo una investigación. Se encontraron y evaluaron varios trabajos que relataban experiencias tanto

de aplicación de gamificación con puntos, rankings, avatares e insignias como de aprendizaje adaptativo, mediante el uso de restricciones de acceso, finalización de actividades, habilitación y ocultamiento de secciones, temas, páginas y lecciones. Se incluyen las referencias de los trabajos investigados, sin hacer citas específicas de ellos. [8] [9]

Simplemente se destaca que la investigación permitió comprobar que la transformación de la asignatura era factible con el Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje utilizado en la UNRN y que, además era imprescindible contar con dicho entorno para instrumentarlo.

4. La implementación

En esta parte del trabajo se incluye la experiencia realizada y xxx

4.1. El juego / desafío

La metáfora que se utilizó consistió en plantear que una empresa de Informática presentó una nota a la Universidad invitando a todos los estudiantes de la asignatura AuED a participar de un desafío: todos los estudiantes que lo superaran ingresarían a la empresa en diferentes puestos y categorías según su desempeño en el desafío. La nota establecía que el equipo docente de la materia debía diseñar el desafío, implementarlo y seguirlo. **Ingresar a la empresa equivalía a aprobar la materia.**

Se desarrolló un esquema por el cual los estudiantes obtenían *puntos* por sus actividades. Al superar determinados umbrales cambiaban de *nivel*. Ante determinados desafíos especiales podían obtener *puntos* y/o *insignias*. Logrado determinado nivel y cantidad de insignias, ingresaban a la empresa y aprobaban la materia.

En la siguiente figura se muestran los niveles definidos, su representación en el aula virtual, sus íconos y los puntos mínimos a lograr para alcanzar cada uno. La iconografía y denominación de los niveles guardó relación

con el deporte alpinismo.



Imagen obtenida del Aula Virtual de AyED Cohorte 2019

Se renombraron las actividades académicas asignándoles una denominación lúdica según el siguiente detalle:

Denominación Académica	Denominación Lúdica
Parciales	La hora de la verdad
Guias/Foros/Encuesta s/etc	Suma puntos, Suma doble
Cuestionarios	Preguntados
Asistencia	Presencia
Estudio de casos, Desarrollos de Software, Trabajos Prácticos	Desafíos especiales (otorgaban insignias y/o puntos)
Recuperatorios	A levantarse del tropezón

Se definieron las siguientes condiciones de aprobación de la materia e ingreso a la empresa según el nivel y cantidad de insignias alcanzados.

Nota / Resultado	Nivel	Insignias	Ingreso empresa
10 Promoción	5	3 o más	Si
9 Promoción	5	2	Si
8 Promoción	5	1	Si
7 Promoción	5	-	Si
7 Promoción	4	3 o más	Si
7 Promoción	4	2 + Desafío adicional superado	Si
Regular	4	2 + Desafío adicional no superado	Nuevo desafío (Final)
Regular	4	0 o 1	Nuevo desafío (Final)
Insuficiente	3 o - y presencia < nivel 4	No incide	No
Libre	3 o - y presencia < nivel 4	No incide	No

Para la implementación en el campus virtual, se utilizaron funcionalidades disponibles en Moodle. La principal es **Level Up** o **Subí de nivel** que permite al docente definir qué condiciones y reglas se deben dar para que un estudiante sume puntos y cuántos

puntos suma cumplida cada regla.

A través de una adecuada combinación de las actividades, las escalas de calificaciones, las restricciones de acceso a las actividades, la finalización de las mismas y las reglas de suma puntos, se logró que la funcionalidad de Level Up muestre a cada estudiante en qué nivel se encontraba en cada momento, con cuántos puntos y en qué posición en el ranking.

Se incluye a continuación una figura que muestra el ranking al final de la asignatura:

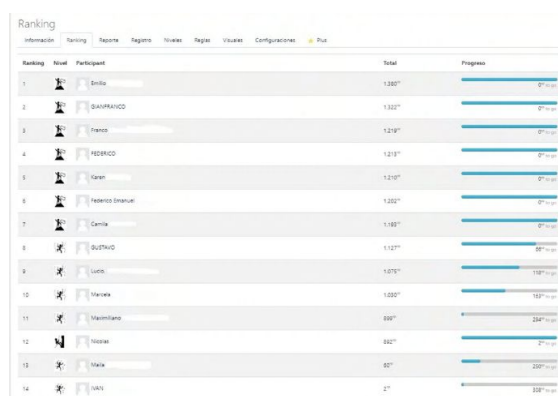


Imagen del ranking tomada del aula virtual con apellidos de los estudiantes ocultos

## 4.2. El esquema adaptativo

Como se indicó anteriormente, se trata de una forma de aprendizaje en la que se materializa que cada estudiante estudia a su ritmo. Los contenidos se van habilitando en función de cómo han resultado las actividades de evaluación de los contenidos anteriores. También es posible, dirigir al estudiante a contenidos remediales de la misma asignatura u otra.

Mediante este esquema, en esta asignatura se instrumentaron varias cuestiones:

- Contenidos remediales de Matemáticas y de Programación: si el estudiante informaba no conocer o no aprobaba un cuestionario, debía ver videos o visitar un sitio para obtener los conceptos y hacer otro cuestionario para superar el tema.
- Recuperatorios: se implementó n

esquema para recuperar el primer parcial (el más difícil de la materia) que consistió en que los estudiantes que no aprobaban el parcial debían superar al menos tres instancias de recuperación. Los que recuperaban los contenidos (aprobaban las tres instancias) sumaban puntos, los que no, debían seguir con otra instancia de recuperación. En consecuencia hubo estudiantes que recuperaron en tres instancias, otros en cuatro y otros en cinco y todo esto lo hicieron en forma simultánea con el resto de los contenidos de la materia y gestionado en el EVEA.

- Reclamo de puntos: los estudiantes cuando obtenían puntos debían reclamarlos. También con un esquema adaptativo se les habilitaban las actividades a aquellos que podían reclamar, según los puntajes obtenidos por cada uno.

#### 4.3. Feedback

A fin de tener una evaluación permanente del nuevo esquema se instrumentaron las siguientes acciones para recibir y dar feedback y ver la participación de los estudiantes en las actividades que se les planteaban continuamente:

- Reuniones de feedback obligatorias en la clase siguiente a la de los parciales para dar los resultados, comentar los parciales, trabajar sobre los errores y recibir opiniones sobre la nueva modalidad de la materia.
- Consignas especiales en tareas pidiendo opinión por escrito acerca de la modalidad lúdica y adaptativa de la materia.
- Muro para reflexiones implementado al final de la materia para que indiquen qué se llevaron.
- Encuesta para que valoren cómo percibieron que la materia favoreció (o no) el desarrollo de sus competencias de

análisis, reflexión, autoevaluación, autonomía y responsabilidad.

- Seguimiento en la plataforma de actividades sorpresa o con suma de puntos dobles, para que realicen en días y horarios específicos incluyendo fines de semana a fin de verificar la velocidad con la que ingresaban a hacerlas y a reclamar sus puntos (lo cual resultaba un indicador del interés y entusiasmo de los estudiantes)
- Se utilizaron dos herramientas adicionales para comunicarse con los estudiantes y obtener feedback. Una fue la creación de un grupo de Whatsapp. La otra fue el software Socrative en su versión teacher y student. Con este último, en las presentaciones en clase presencial, los estudiantes valoraban los trabajos presentados por los otros equipos y esa valoración influía en los puntos e insignias que se otorgaban.

### 5. Resultados

A nivel docente:

- Fue altamente positivo e hizo sentir al equipo que fue mucho mejor en la función docente que en cohortes anteriores.
- Representó un involucramiento muy superior a años anteriores: las actividades de reflexión, planificación, elaboración de programa, cronograma, ejercicios, casos, preparación del juego, seguimiento, modificación sobre la marcha para generar nuevas instancias de participación y puesta en juego de puntos, generación de oportunidades e ideas de recuperación, reuniones de feedback e intercambios a través de foros y grupo de whatsapp con los estudiantes, obligaron al equipo –con alta responsabilidad y disfrute- a estar todo el tiempo abocado a la materia y los estudiantes.
- En cierto sentido también el equipo

ejerció una función de tutor, debido al acompañamiento en el momento que los estudiantes lo requerían.

A nivel estudiantes:

- Se inscribieron 15 estudiantes y cursaron la materia 13:
  - 7 aprobaron por promoción (53,84% de cursantes -7/13-).
  - 4 aprobados en diciembre 2019 (30,77% de cursantes -4/13-)
  - 2 insuficientes que no regularizaron (15,38% 2-13-)
  - Los 4 que regularizaron, aprobaron el final en los llamados de Diciembre 2019, por lo que, a fin del año pasado no quedaron estudiantes con examen final pendiente de esa cohorte.
  - El porcentaje de estudiantes que cursaron y aprobaron la materia en la cohorte 2019 fue de 84,62 % (11 de 13).
- Los estudiantes han expresado con relación al desarrollo de sus competencias que aumentaron las de reflexión, análisis, autoevaluación, autonomía y responsabilidad.
- Terminaron los contenidos de la materia con anterioridad a otras cohortes.
- Hicieron más actividades prácticas y más complejas que en años anteriores.
- Valoraron el método como más motivador, más entretenido y que permitió llevar la materia al día sin que se sienta el esfuerzo, justamente por haber sido más placentero o entretenido cursarla de este modo

## 6. Conclusiones y líneas futuras

Si bien no es posible afirmar que se repetirá el éxito con la aplicación de estos criterios en otras materias o incluso en esta misma asignatura en futuras cohortes, en opinión de los autores de este trabajo hay que insistir y profundizar este proceso a fin de intentar concluir si el proceso favorece la motivación, interés y desempeño de los estudiantes o en este caso resultó exitoso por el grupo que cursó en esta cohorte.

Además, visto lo que produce en estudiantes y docentes a nivel compromiso, responsabilidad, reflexión e involucramiento, es muy aconsejable profundizar y extender su aplicación.

Temas que sería conveniente profundizar son la automatización de algunas tareas que en la cohorte 2019 fueron instrumentadas sobre la marcha.

Seguramente cada vez más se podrán enriquecer los materiales y acciones remediales y generar más desafíos que fueren investigaciones por parte de los estudiantes.

Implementar evaluaciones por pares y fundamentalmente formativas y reflexivas sumará al aprendizaje y motivación de los estudiantes.

Finalmente, desarrollar las capacidades de escritura científica y orientada a la profesión planteada desde el programa de la asignatura, aportaría y mucho al aprendizaje de los estudiantes.

## Referencias

- [1] Dubet, F. (2005). Los Estudiantes. Revista CPU-e, (1), 2. Revista de Investigación Educativa 1 julio-diciembre, 2005 ISSN 1870-5308, Xalapa
- [2] Steiman, J. (2019). Más didáctica (en la educación superior) (Vol. 3). Miño y Dávila.
- [3] Moreno Olivos, T. (2011). La cultura de la evaluación y la mejora de la escuela.



Perfiles educativos, 33 (131), 116-130.

- [4] Yero, N. M. (2016). Formación pedagógica y estrategias de enseñanza en las materias contables del nivel universitario (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas.).
- [5] Colón, A. O., Jordán, J., & Agreda, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa: Revista da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo*, 44, 74.
- [6] EduTrends Julio 2014. Observatorio de Innovación Educativa. Tecnológico de Monterrey. Recuperado de: <https://observatorio.tec.mx/edutrendsaprendizajeadaptativo> (10/04/2019)
- [7] Lerís, D., & Sein-Echaluce, M. L. (2011). La personalización del aprendizaje: Un objetivo del paradigma educativo centrado en el aprendizaje. *Arbor*, 187(Extra\_3), 123-134. Verificada recuperación de: <http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/1417> (2/05/2020)
- [8] García, M., & Neira, R. H. (2017). Análisis para la gamificación de un curso de Formación Profesional. *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, (26), 46-60. Verificada recuperación de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6231883> (2/05/2020)
- [9] Limón, O. H., García, L. G. G., & Izquierdo, D. D. J. Z. (2015). Diseño de un ambiente virtual de aprendizaje aplicando principios de gamificación. *Memorias del Encuentro Internacional de Educación a Distancia*, (4). Verificada recuperación de: <http://www.udgvirtual.udg.mx/remied/index.php/memorias/article/view/225> (2/05/2020)